



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT

EIDG. AMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

PATENTCHRIFT

Veröffentlicht am 1. Dezember 1944

Gesuch eingereicht: 29. Dezember 1942, 20 Uhr. — Patent eingetragen: 31. August 1944.

HAUPTPATENT

Gebrüder Sulzer, Aktiengesellschaft, Winterthur (Schweiz).

Verfahren zur Erzeugung von Treibgasen mittels schwingender Gase und Gaskolben-Treibgaserzeuger zur Ausübung des Verfahrens.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erzeugung von Treibgasen mittels schwingender Gase, das dadurch gekennzeichnet ist, daß in einem geschlossenen, mit Einlaß- und Auslaßorganen versehenen Behälter mit einer der Frequenzen der Eigenschwingungen seines Inhaltes periodisch Brennstoff verbrannt und die dadurch angeregte Gasschwingung ausgenützt wird, um durch die Einlaßorgane Luft anzusaugen und durch die Auslaßorgane das erzeugte Treibgas auszustoßen. Der zur Ausführung des Verfahrens vorgesehene Treibgaserzeuger kann einen länglichen Behälter aufweisen, der an einem Ende mindestens ein Saugventil und am andern Ende mindestens ein Druckventil aufweist. Wenigstens ein Teil des verwendeten Brennstoffes kann in gasförmigem Zustand angesaugt werden. Die Luft und der Brennstoff können dem Treibgaserzeuger in vorverdichtetem Zustand zugeführt werden. Der Behälter kann am saugseitigen Ende mit mindestens einer Einspritzdüse für flüssigen Brennstoff

und mit mindestens einer Zündvorrichtung versehen sein. Die Einlaß- und Auslaßorgane des Behälters können als aerodynamische Rückstromdrosseln ausgebildet sein. Am Saug- und Druckende kann eine Querschnittsverringerung oder -erweiterung vorhanden sein, um die Höhe der Druckamplitude zu beeinflussen. Der Behälter kann am saugseitigen Ende verengt, am druckseitigen Ende dagegen erweitert sein, um die Druckamplitude der Gasschwingung am druckseitigen Ende herabzusetzen, diejenige am saugseitigen Ende dagegen zu erhöhen. Die in den Behälter eingeführten Brennstoffe können durch die Temperaturerhöhung entzündet werden, welche die Gasschwingung im Gebiet der größten Schwingungsamplituden durch poltropische Verdichtung erzeugt. Es kann flüssiger Brennstoff verwendet und dieser kontinuierlich eingespritzt werden. Die Verbrennung kann durch detonante Selbstzündung erfolgen. In der Zone, in welcher sich die Verbrennung vollzieht, kann ein Glüh-

Best Available Copy

körper aus hochhitzebeständigem Material als Zündhilfe eingebaut sein. Wenigstens zum Teil kann fester Brennstoff in staubförmiger Form verwendet werden.

5 Einige Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Treibgaserzeugers sind auf der Zeichnung schematisch dargestellt.

Fig. 1 zeigt einen Gaskolben-Treibgaserzeuger mit gesteuertem Schieber.

10 Fig. 2 ist das Schema eines vereinfachten Gaskolben-Treibgaserzeugers ohne Schieber.

Fig. 3 zeigt einen mit Vorverdichtung arbeitenden Gaskolben-Treibgaserzeuger.

Fig. 4 ist die schematische Darstellung
15 eines Gaskolben-Treibgaserzeugers, bei welchem aerodynamische Rückstromdrosseln statt mechanischer Ventile sowie ein Treibgas-sammler zur Anwendung kommen.

Bei der in Fig. 1 dargestellten Ausführung
20 rung ist ein Behälter 1 auf der linken Seite mit einer Brennstoffeinspritzdüse 2 und einer elektrischen Zündkerze 3 versehen. Das linke Ende des Behälters 1 ist durch eine Flansch-scheibe 4 abgeschlossen, die mit einem Ventil
25 5 ausgerüstet ist. In der Mitte des Behälters 1 befindet sich ein Abschlußschieber 6, der das Innere des Behälters 1 in die Räume 7 und 8 unterteilt. Die rechte Seite des Behälters 1 wird von einem mit einer Lavaldüse 9
30 versehenen Flansch 10 begrenzt.

Wird durch die Einspritzdüse 2 unter hohem Druck eine abgemessene Brennstoffmenge, z. B. Benzin, in fein zerstäubtem Zustand eingespritzt und durch die Zünd-
35 kerze 3 entzündet, so wird der anfänglich 1 ata betragende Druck im abgeschlossenen Raume 7 auf beispielsweise 2 ata ansteigen. Wird jetzt der Schieber 6 durch eine nicht gezeichnete Stenerung rasch geöffnet, so
40 wird der im Raume 7 befindliche Gasinhalt mit großer Geschwindigkeit nach dem unter Atmosphärendruck stehenden Raum 8 expandieren, worauf der Gasinhalt der Räume 7 und 8 so lange durch die Lavaldüse 9 ent-
45 weicht, bis der Druck in diesen Räumen auf den Atmosphärendruck abgesunken ist. Bei zweckentsprechender Gestaltung des Behälters 1 wird unmittelbar nach dem Öffnen

des Schiebers 6 infolge der sich in bekannter Weise ausbildenden Druckwellen am linken 50 Ende des Raumes 7 ein Unterdruck entstehen. Dieser Unterdruck ist die unmittelbare Folge der plötzlichen Expansion der im Raum 7 eingeschlossenen Gase nach dem rechten Ende des Behälters 1 hin. Der absolute Druck 55 am linken Ende des Raumes 7 falle infolgedessen kurzzeitig auf beispielsweise 0,5 ata. Wird nun das Ventil 5 durch eine nicht gezeichnete Steuerung geöffnet, so wird aus der Atmosphäre Luft in den Raum 7 ein- 60 dringen, bis der Unterdruck in diesem letzteren verschwunden ist. Werden durch die erwähnten Steuerungen der Schieber 6 und das Ventil 5 rechtzeitig wieder geschlossen, so wird sich der Raum 7, abgesehen von den 65 in seiner rechten Hälfte etwa noch verbliebenen Verbrennungsgasen, wieder im Anfangszustand befinden. Die linke Seite des Raumes 7 enthält wiederum reine Luft, so daß durch Einspritzung und Entzündung 70 weiterer Brennstoffladungen der ganze Vorgang beliebig oft wiederholt werden kann. Die Teile 2, 5 und 6 können dabei so gesteuert werden, daß der Brennstoff mit einer der Frequenzen der Eigenschwingungen des 75 Behälterinhaltes verbrannt wird. Die ganze Einrichtung wirkt somit als thermischer Verdichter. Die aus der Lavaldüse 9 entweichenden Verbrennungsgase könnten beispielsweise eine Turbine treiben, wodurch der Be- 80 hälter 1 zum Treibgaserzeuger für eine Turbine wird.

Der Schieber 6 und seine Steuerung können auch weggelassen werden (Fig. 2), wenn auf der linken Seite des Raumes 7 mittels Ein- 85 spritzung und Zündung von Brennstoff, z. B. von Benzin, eine möglichst detonante Explosion erzeugt wird. Der Zweck des Schiebers 6 in Fig. 1 besteht in der Tat nur darin, eine möglichst plötzlich einsetzende und hierauf 90 ungehindert ablaufende Expansion der im Raum 7 eingeschlossenen Gase nach dem rechten Behälterende hin zu erzielen. Bekanntlich kann aber eine detonante Explosion am linken Behälterende auch ohne Verwen- 95 dung eines Schiebers 6 im Stande sein, am

linken Ende des Raumes 7 einen kurzzeitigen Unterdruck zu erzeugen und damit die Verwirklichung des beschriebenen Kreisprozesses zu ermöglichen.

Die Verbrennung muß unter relativ hohen Drücken und Temperaturen durchgeführt werden, damit sie von einer möglichst weitgehenden Expansion gefolgt werden kann. Zu diesem Zweck sind der Behälter 1 und die Lavalldüse 9 so gestaltet und der Betrieb wird so geführt, daß eine Aufschaukelung der Maximaldrücke erzielt wird. Diese Aufschaukelung wird sich beispielsweise in folgender Weise abspielen: Beim Auftreffen der von der ersten Explosion am linken Ende des Behälters 1 herrührenden Druckwelle auf den Flansch 10 (Fig. 2) wird nur ein Teil der in dieser Welle enthaltenen Energie durch die Lavalldüse 9 in Geschwindigkeit und in der Turbine in mechanische Energie umgesetzt. Der nicht umgesetzte Teil der Druckwelle wird durch den Flansch 10 unter Druckerhöhung reflektiert und bewegt sich hierauf mit der Schallgeschwindigkeit des Behälterinhaltes wieder gegen das linke Ende des Behälters 1 zu. In dem Augenblick, in dem die reflektierte Druckwelle die Flanschscheibe 4 erreicht, wird sie nochmals reflektiert, wobei sie dort einen Druck erzeugt, der, falls ihr genügend Energie belassen wurde, höher liegen wird als der vor der ersten Explosion in diesem Raume herrschende Druck von 1 ata. Der an der Flanschscheibe 4 erreichte Druck, der nunmehr zweimal reflektierten Druckwelle betrage beispielsweise 1,5 ata. Der Berg dieser Druckwelle befindet sich nun in der Zone der nach der ersten Explosion angesaugten Luft. Wird nun in dieser auf 1,5 ata verdichteten Luftzone eine zweite Brennstoffmenge rechtzeitig eingespritzt und gezündet, so wird sich eine zweite Explosion mit einem Druck von beispielsweise 3 ata ereignen. Nach abermaliger zweifacher Reflexion der zweiten Druckwelle an den Teilen 10 und 4 wird sie an der Flanschscheibe 4 den Druck von beispielsweise 2,2 ata erreichen und durch Einspritzung und Zündung einer weiteren Brenn-

stoffmenge eine Explosion von beispielsweise 4,4 ata Maximaldruck ermöglichen. Diese Aufschaukelung wird so lange zunehmen, bis die durch die Lavalldüse 10 abgeleitete Energie und die Wärmeverluste des Behälters 1 zusammengekommen so groß geworden sind wie die durch die Einspritzdüse 2 und das Saugventil 5 eingeführte Energie. Die durch das Saugventil 5 angesaugte Luftmenge wird mit zunehmender Aufschaukelung dadurch begrenzt, daß der Unterdruck am linken Behälterende mit zunehmender Aufschaukelung immer mehr abnimmt. Erreicht dieser Unterdruck die obere Grenze von 1 ata, so wird das automatische Ansaugen der Luft und das weitere Ansteigen des mittleren Druckes im Behälter 1 verhindert, wobei unter mittlerem Druck das Integral des Druckes über die doppelte Länge des Behälters 1 und die Zeitdauer eines Hin- und Herganges zu verstehen ist.

Wird jedoch, nach Fig. 3, in welcher alle bisher erwähnten Teile gleich bezeichnet sind wie in den Fig. 1 und 2, dem Ventil 5 vorverdichtete Luft zugeführt, so kann der mittlere Druck im Behälter 1 weiterhin gesteigert werden, auch wenn der jeweilige Minimaldruck am linken Behälterende den Wert von 1 ata übersteigen sollte. Die vorverdichtete Luft könnte in diesem Falle durch den Aufladeverdichter 11 geliefert werden, der von der Hilfsturbine 12 angetrieben wird. Die Hilfsturbine 12 wird dabei durch eine besondere Leitung 13 von der Haupttreibgasleitung 14 aus mit Treibgasen beliefert. Durch das Mittel der Vorverdichtung der angesaugten Luft lassen sich auf diese Weise der mittlere Druck im Behälter 1 sowie die auftretenden Maximaldrücke noch erheblich steigern. Bei Anwendung von Maximaldrücken von beispielsweise 50 ata und mehr kann an Stelle von Benzin auch Gasöl als Brennstoff verwendet werden, da sich dieses in der hoch verdichteten und erhitzten Luft von selbst entzündet. Eventuell ließen sich durch noch höhere Maximal- bzw. Reflexionsdrücke sogar Heizöle und Schweröle oder auch Kohlenstaub mit annehmbarem

Zündverzug verbrennen, da ja in diesem Falle auf keine Zylinder- oder Kolbenabnutzung Rücksicht genommen werden muß. Selbstverständlich können auch gasförmige Brennstoffe zur Anwendung gelangen.

Da sich die Druckwellen mit der Schallgeschwindigkeit des Behälterinhaltes fortbewegen, ist die Frequenz und damit die Leistungsdichte, das heißt die auf die Raumeinheit entfallende Leistung, eines solchen Gaskolben-Treibgaserzeugers relativ hoch. Nimmt man beispielsweise eine Fortpflanzungsgeschwindigkeit von rund 500 m/sec an, so hätte ein solcher Treibgaserzeuger von 3 m Länge eine Frequenz von rund 5000 m/min.

Das Ventil 5, die Einspritzdüse 2 und die Zündkerze 3 können elektromagnetisch, hydraulisch oder pneumatisch in Funktion der Druckschwankungen im Behälter 1, die Einspritzdüse 2, die ihr vorgeschaltete Brennstoffpumpe und das Ventil 5 außerdem noch in Abhängigkeit der Drehgeschwindigkeit der Treibgasturbine, der Belastung oder der Auspufftemperatur gesteuert werden.

Das Tellerventil 5 könnte auch durch ein selbsttätiges Rückschlagventil oder eine aerodynamische Rückstromdrossel ersetzt werden. Die aerodynamischen Rückstromdrosseln, die so ausgebildet sind, daß ihr Durchflußwiderstand in der einen Richtung kleiner ist als in der entgegengesetzten Richtung, haben den Vorteil, keine bewegten Teile zu enthalten, andererseits jedoch den Nachteil einer gewissen Undichtheit, was einen zusätzlichen Verlust verursacht.

Mit Rücksicht auf den Turbinenwirkungsgrad bzw. auf den thermischen Wirkungsgrad der ganzen Anlage kann es von Vorteil sein, die Treibgase nicht direkt, sondern über einen Treibgassammler 15 (Fig. 4) auf die Treibgasturbine 19 zu leiten, um die Schwankungen des Treibgasdruckes teilweise auszugleichen, wobei ein zweites Rückschlagventil bzw. eine zweite Rückstromdrossel 17 zwischen dem Behälter 1 und dem Treibgassammler 15 angeordnet werden kann. Bei der Anordnung nach Fig. 4 ist auch das bisherige Tellerventil 5 durch eine Rückstromdrossel

20 ersetzt. Vom Treibgassammler 15 gehen die Treibgase einerseits durch die Leitung 50 13 zur Hilfsturbine 12, andererseits durch eine Leitung 18 zur Hauptturbine 19.

Durch diffusorartige Ausbildung des rechten Endes des Behälters 1 läßt sich ein Teil der darin auftretenden Strömungsenergie in Druck umwandeln. Andererseits kann das linke Ende des Behälters 1 konisch verengt werden, um in diesem Ende die Amplituden der darin reflektierten Druckwellen zu erhöhen und damit die Verbrennungstemperatur noch mehr zu steigern.

Der Behälter 1 sowie die Rückschlagventile können je nach Bedarf teilweise oder ganz mit Wasserkühlmänteln versehen werden. Mit Rücksicht auf das Material dürfen die Wandungstemperaturen 500° C erreichen und sogar übertreffen, was im Vergleich zur Zylindertemperatur von Kolbenbrennkraftmaschinen eine wesentliche Erhöhung darstellt und eine Herabsetzung der an das Kühlwasser abgegebenen Verlustwärme bedeuten würde.

Der Zünddruck darf 100 at und mehr erreichen, wenn dies im betreffenden Fall für den thermischen Wirkungsgrad von Vorteil ist, da hier keine Rücksicht auf die Überanstrengung des Gestänges und der Lager genommen werden muß, wie dies bei der Kolbenbrennkraftmaschine der Fall ist. Die Reibungsverluste der schwingenden Gas-säulen sind kleiner als diejenigen der Kolben und der Gestänge bei Kolbenbrennkraftmaschinen.

Die Leistung kann in bekannter Weise durch Veränderung der eingespritzten bzw. angesaugten Brennstoffmenge gesteuert werden. Da es ohne weiteres möglich ist, eine größere Anzahl Treibgaserzeuger auf eine gemeinsame Treibgasturbine wirken zu lassen, kann die Leistung außerdem durch Abschaltung einzelner Treibgaserzeuger geregelt werden.

Der flüssige, gas- oder staubförmige Brennstoff kann kontinuierlich, pulsierend oder durch einzelne Einspritzungen bzw.

Einblasungen in den Behälter 1 eingeführt werden.

Der Massenausgleich kann durch bewegte Ausgleichsmassen oder durch Synchronisation paarweise oder symmetrisch angeordneter Treibgaserzeuger erzielt werden.

Der Gaskolben-Treibgaserzeuger kann auch als die Brennkammer einer Gasturbine betrachtet werden. Gegenüber bekannten Ausführungen dieser Art unterscheidet sich der Gegenstand der Erfindung dadurch, daß bei ihm eine periodisch erregte Gasschwingung unterhalten wird, welche es ermöglicht, den Druck und die Temperatur der Verbrennung und damit den thermischen Wirkungsgrad des Kreisprozesses zu erhöhen und durch Erzielung einer thermischen Verdichtung im Treibgaserzeuger selbst einen Teil der allenfalls erforderlichen Verdichtungsarbeit bei wesentlich höherem Wirkungsgrad unmittelbar zu gewinnen. Dadurch wird der mechanische Leistungsaufwand für den Antrieb eines allenfalls nötigen rotierenden Verdichters herabgesetzt und eine wesentliche Steigerung des thermischen Wirkungsgrades der ganzen Gasturbinenanlage erreicht.

Der Gaskolben-Treibgaserzeuger kann namentlich bei Anwendung hoher Zünddrücke Vorteile bieten. Er kann mit dem Dieselmotor, dem Freikolben-Treibgaserzeuger und der Gasturbine in Wettbewerb treten und diese, teils durch seine Einfachheit, teils durch seine Wirtschaftlichkeit, übertreffen.

Zum Anlassen eines solchen Gaskolben-Treibgaserzeugers wird zweckmäßig Benzin oder Gas als Brennstoff und elektrische Zündung verwendet. Sobald die Aufschaukelung genügend hoch gelangt ist, kann unter Abschaltung der elektrischen Zündung auf Gasöl oder sonstige Brennstoffe umgeschaltet werden. Das Anlassen kann aber auch mittels Druckluft geschehen. In diesem Falle wird die Druckluftzufuhr mit einer Frequenz gesteuert, die ein Einfaches oder Vielfaches der Grundfrequenz des Gasinhaltes des Behälters 1 ist. Auf diese Weise kann der Druck aufgeschaukelt werden, bis der

Betrieb auf Brennstoff umgeschaltet werden kann.

PATENTANSPRÜCHE:

I. Verfahren zur Erzeugung von Treibgasen mittels schwingender Gase, dadurch gekennzeichnet, daß in einem geschlossenen, mit Einlaß- und Auslaßorganen versehenen Behälter mit einer der Frequenzen der Eigenschwingungen seines Inhaltes periodisch Brennstoff verbrannt und die dadurch angeregte Gasschwingung ausgenützt wird, um durch die Einlaßorgane Luft anzusaugen und durch die Auslaßorgane das erzeugte Treibgas auszustoßen.

II. Treibgaserzeuger zur Ausübung des Verfahrens nach Patentanspruch I, dadurch gekennzeichnet, daß der Behälter eine längliche Gestalt, an einem Ende mindestens ein Einlaßorgan und am andern Ende mindestens ein Auslaßorgan aufweist.

UNTERANSPRÜCHE:

1. Verfahren zur Erzeugung von Treibgasen nach Patentanspruch I, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Teil des verwendeten Brennstoffes in gasförmigem Zustand angesaugt wird.

2. Verfahren zur Erzeugung von Treibgasen nach Patentanspruch I und Unteranspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Luft und der Brennstoff dem Treibgaserzeuger in vorverdichtetem Zustand zugeführt werden.

3. Treibgaserzeuger nach Patentanspruch II, dadurch gekennzeichnet, daß der Behälter am saugseitigen Ende mit mindestens einer Einspritzdüse für flüssigen Brennstoff und mit mindestens einer Zündvorrichtung versehen ist.

4. Treibgaserzeuger nach Patentanspruch II und Unteranspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Einlaß- und Auslaßorgane des Behälters als aerodynamische Rückstromdrosseln ausgebildet sind.

5. Treibgaserzeuger nach Patentanspruch II, dadurch gekennzeichnet, daß der Behälter am Saug- und Druckende verschiedene Querschnitte aufweist, um an den Behälter-

enden verschieden hohe Druckamplituden zu erhalten.

6. Treibgaserzeuger nach Patentanspruch II und Unteransprüchen 3—5, dadurch gekennzeichnet, daß der Behälter am saugseitigen Ende verengt, am druckseitigen Ende dagegen erweitert ist, um die Druckamplitude der Gasschwingung am druckseitigen Ende herabzusetzen, diejenige am saugseitigen Ende dagegen zu erhöhen.

7. Treibgaserzeuger nach Patentanspruch II und Unteransprüchen 3—6, dadurch gekennzeichnet, daß die in den Treibgaserzeuger eingeführten Brennstoffe durch die Temperaturerhöhung entzündet werden, welche die Gasschwingung im Gebiete der größten Schwingungsamplituden durch politropische Verdichtung erzeugt.

8. Treibgaserzeuger nach Patentanspruch II und Unteransprüchen 3—7, dadurch gekennzeichnet, daß flüssiger Brennstoff verwendet und dieser kontinuierlich eingespritzt wird.

9. Treibgaserzeuger nach Patentanspruch II, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbrennung durch detonante Selbstzündung erfolgt.

10. Treibgaserzeuger nach Patentanspruch II, dadurch gekennzeichnet, daß in der Zone, in welcher sich die Verbrennung vollzieht, ein Glühkörper aus hochhitzebeständigem Material als Zündhilfe eingebaut ist.

11. Treibgaserzeuger nach Patentanspruch II, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens zum Teil fester Brennstoff in staubförmiger Form verwendet wird.

Gebrüder Sulzer, Aktiengesellschaft.

Vertreter: W. Rossel, Zürich.

Fig. 1

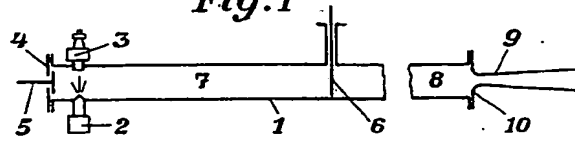


Fig. 2

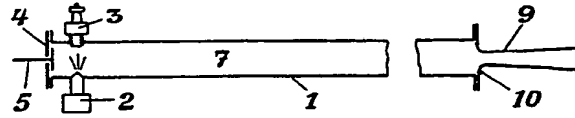


Fig. 3

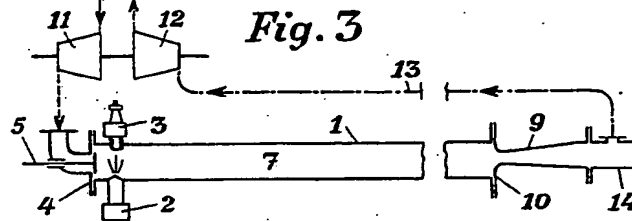
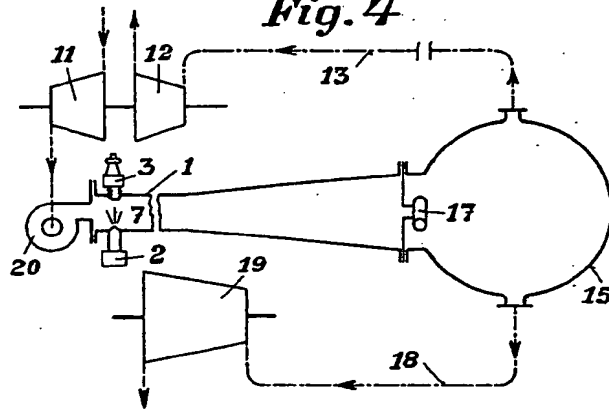


Fig. 4



Best Available Copy

THIS PAGE BLANK (USPTO)